

g&P 3998



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Pat ntschrift  
10 DE 195 27 179 C 1

61 Int. Cl. 5:  
H 04 N 5/21  
H 04 N 5/325  
H 04 N 7/18  
H 04 B 1/80  
A 61 B 6/00

21 Aktenzeichen: 195 27 179.3-31  
22 Anmeldetag: 25. 7. 95  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 1. 97

DE 195 27 179 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

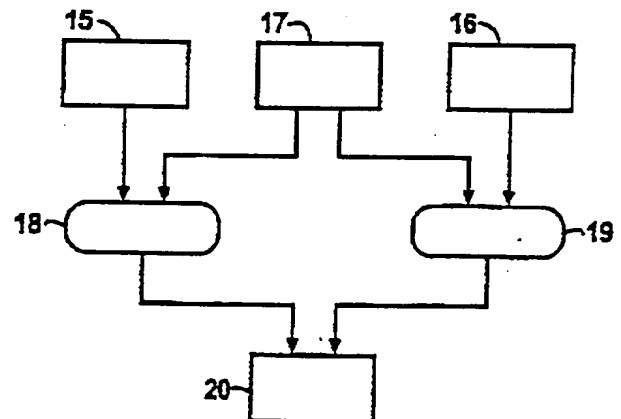
72 Erfinder:  
Dorn, Karlheinz, Dipl.-Ing., 90562 Kalchreuth, DE

59 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 12 844 A1  
DE 33 17 780 A1

64 Verfahren zum Betrieb eines digitalen Bildsystems einer Röntgendiagnostikeinrichtung

67 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines digitalen Bildsystems (8) einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer Röntgeneinheit (1, 2) zur Erzeugung von Röntgenbildern, einer Röntgenbildwandler-Fernsehkette (3 bis 7) zur Erfassung der Röntgenbilder, die einen digitalen Bildwandler (5) mit matrixförmig in Zeilen und Spalten angeordneten Bildpunkten und einen Monitor (7) zur Wiedergabe der von dem digitalen Bildsystem (8) verarbeiteten Röntgenbilder (17) aufweist. Eine Korrektur von defekten Bildpunkten erfolgt durch Interpolation getrennt in einem ersten Korrekturschritt (18) nach Zeilen- und Rest-Defekten und gleichzeitig in einem zweiten Korrekturschritt (19) nach Spaltendefekten.



DE 195 27 179 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines digitalen Bildsystems einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer Röntgeneinheit zur Erzeugung von Röntgenbildern, einer Röntgenbildwandler-Fernsehketten zur Erfassung der Röntgenbilder, die einen digitalen Bildwandler mit matrixförmig in Zeilen und Spalten angeordneten Bildpunkten und einen Monitor zur Wiedergabe der von dem digitalen Bildsystem verarbeiteten Röntgenbilder aufweist.

Zunehmend gewinnen Digitale Bildgebende Systeme in der Medizintechnik an Bedeutung, in denen digitale Bildwandler die bisher eingesetzten analogen Bildwandler ersetzen. Derartige Bildwandler sind jedoch heute noch in der Regel mit Pixelausfällen behaftet, so daß die fehlenden Pixel bzw. Bildpunkte ersetzt werden müssen, um nicht einen zu hohen Ausschuß an Bildwandlern zu erhalten.

Beispielsweise liefern in der Medizintechnik verwendete digitale bildgebende Systeme oftmals Bilder, bei denen bestimmte Bildpunkte defekt sind. Die Ursache für diese defekten Bildpunkte liegt oft bei den digitalen CCD-Bildwandlern oder aSi-Detektoren einer Röntgendiagnostikeinrichtung, wie sie beispielsweise in der DE 42 12 644 A1 beschrieben ist. Um den Ausschuß an Detektoren zu senken, können die defekten Bildpunkte korrigiert werden. Um eine Korrektur erfolgreich durchführen zu können, wird eine Information benötigt, welche Pixel defekt und welche gut sind. Wenn die defekten Pixel bekannt sind, können durch eine Interpolation die fehlenden Pixelwerte errechnet und korrigiert werden.

Bisher wurden in der Regel zweidimensionale Algorithmen verwendet, die entsprechend langsam sind und deshalb für schnelle On-Line- oder Hardware-Verarbeitung ungeeignet sind.

Eine derartige zweidimensionale Korrektur von Fehlern in einem digitalen Videosignalaufgrund von matrixförmig angeordneten Bildpunkten ist beispielsweise der DE 33 17 780 A1 zu entnehmen, bei der in Abhängigkeit von der Lage der defekten Bildpunkte unterschiedliche Korrekturverfahren an verschiedenen Bildpunkten angewandt werden.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das auf einfache Weise eine schnelle und sichere Korrektur defekter Bildpunkte ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Korrektur von defekten Bildpunkten in einem ersten Korrekturschritt nach Zeilen- und Rest-Defekte und in einem zweiten Korrekturschritt nach Spaltendefekte getrennt erfolgt. Durch die getrennte Ermittlung der Pixelwerte für die defekten Bildpunkte erhält man einen eindimensionalen, sehr schnellen Algorithmus.

Die Rechengeschwindigkeit erhöht sich weiterhin, wenn die beiden Korrekturschritte gleichzeitig durchgeführt werden.

Ein einfacher Aufbau ergibt sich, wenn aufgrund einer vorhergehenden Defekterkennung zwei disjunktive Bilder den beiden Korrekturschritten zugeführt werden.

Erfindungsgemäß können in einem ersten Verfahrensschritt vor der Korrektur alle in einem Bild zusammengefaßte defekte Bildpunkte in Zeilen- und Rest-Defekte und in Spalten-Defekte getrennt werden und für die aufgeteilten Bildpunkte die Anzahl von defekten Bildpunkten bestimmt und die entsprechende Zeile und/oder Spalte gekennzeichnet werden, bei der mehr als

eine vorbestimmte Anzahl von Bildpunkten defekt ist.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Korrektur durch lineare und/oder kubische Interpolation in Zeilen- und/oder in Spaltenrichtung erfolgt.

Als Röntgenbildwandler mit defekten Bildpunkten kann erfindungsgemäß ein Bildwandler aus amorphem Silizium oder ein Röntgenbildverstärker mit angekoppeltem CCD-Bildwandler verwendet werden.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Röntgendiagnostikeinrichtung nach dem Stand der Technik mit einem digitalen Bildsystem zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2 und 3 verschiedene erfindungsgemäße Verfahrensschritte.

In der Fig. 1 ist eine bekannte Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer Röntgenröhre 1 dargestellt, die von einem Hochspannungsgenerator 2 betrieben wird. Die Röntgenröhre 1 sendet ein Röntgenstrahlenbündel 3 aus, das einen Patienten 4 durchdringt und auf einen Röntgenbildwandler 5 entsprechend der Transparenz des Patienten 4 geschwächt als Röntgenstrahlenbild fällt. Der Röntgenbildwandler 5 ist mit einem digitalen Bildsystem 6 und einen daran angeschlossenen Monitor 7 zur Wiedergabe des Röntgenstrahlenbildes verbunden. Das digitale Bildsystem 6 kann in bekannter Weise eine Verarbeitungsschaltung, Wandler, Differenzstufen und Bildspeicher aufweisen.

Bei einer derartigen Röntgendiagnostikeinrichtung kann der Röntgenbildwandler 5 aus einer Photodioden-Matrix oder aus einem oder mehreren CCD-Bildsensoren bestehen, die mit einem Röntgenbildverstärker oder einer Szintillatorschicht aus einem gegenüber Röntgenstrahlen empfindlichen Leuchtstoff gekoppelt sind. Der Röntgenbildwandler 5 kann aus wasserstoffhaltigem amorphem Silizium (aSi : H) bestehen.

Bei derartigen Bildwandlern können mehrere Bildpunkte der Bildpunkt-Matrix defekt sein. Es können einzelne Bildpunkte, einzelne ganze Zeilen oder Spalten aber auch Gruppen von Bildpunkten defekt sein, die mehrere Zeilen und/oder Spalten übergreifen.

In Fig. 2 ist die erste Phase des Verfahrens zur Korrektur von defekten Bildpunkten näher dargestellt. Es erfolgt eine Auftrennung und Verarbeitung. Ein Pixelbild 10 aller defekten Bildpunkte, das beispielsweise aus einer vorhergehenden Erkennung defekter Bildpunkte abgeleitet wurde, wird in einem ersten Verfahrensschritt, der Aufspaltung 11, in ein Zeilenbild 12 und ein Spaltenbild 13 aufgetrennt, wobei das Zeilenbild 12 Zeilen- und Restdefekte, d. h. Defekte einzelner Bildpunkte oder Bildpunktgruppen, enthält. Nunmehr werden für Zeilen und Spalten getrennt das Zeilenbild 12 und das Spaltenbild 13 in einer Defektbestimmung 14 dahingehend untersucht, welche Zeile oder Spalte mehr defekte Bildpunkte als ein vorgegebener Schwellenwert aufweist. Im Falle, daß der Schwellenwert überschritten wird, wird die entsprechende Zeile oder Spalte vollständig als defekt erklärt. Die derart verarbeiteten Korrekturbilder 15 und 16 geben ein pixelgenaues Abbild der defekten Bildpunkte des Detektors nach Zeilen und Spalten getrennt wieder. Diese Korrekturbilder 15 und 16 können nun einer Korrekturschaltung zugeführt werden, damit auf rechnerischem Wege die defekten Bildpunkte eliminiert und ersetzt werden können.

In der Fig. 3 ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Korrektur der defekten Bildpunkte des Detektors beschrieben. Ein aktuelles Röntgenbild 17 mit einem Un-

tersuchungsobjekt wird sowohl einem Korrekturverfahren 18 als auch einem Korrekturverfahren 19 zugeführt. Gleichzeitig wird dem Korrekturverfahren 18 das Korrekturbild 15, ein 1-Bit-Bild, zugeführt, das die defekten Pixel in Zeilenrichtung sowie die restlichen Einzelpixel oder Pixelgruppen, die nicht als Spalten-Defekte klassifiziert wurden, enthält. Dem Korrekturverfahren 19 wird ebenfalls mit dem Röntgenbild 17 das Korrekturbild 16 zugeführt, das ein nicht disjunktives 1-Bit-Bild ist, das nur die defekten Pixel in Spaltenrichtung enthält. Sowohl das Korrekturverfahren 18 als auch das Korrekturverfahren 19 können ein lineares, quadratisches oder kubisches Interpolationsverfahren sein, beispielsweise ein linear und performance optimiertes, eindimensionales Interpolationsverfahren. Durch Zusammenführung der Bilder aus beiden Korrekturverfahrensschritten 18 und 19 erhält man ein korrigiertes Röntgenbild 20, das keine Defekte mehr aufweist, so daß auch Einzelheiten im Röntgenbild gut zu erkennen sind.

Alle beschriebenen Verfahrensschritte können anstelle einer Hardware-Lösung auch durch die Software des Bildsystems 6 durchgeführt werden.

Der erfindungsgemäße Ansatz liegt in dem prinzipiellen Vorgehen,

- a) eine schnelle Online-Korrektur bereits bei der nicht zeitkritischen Defekterkennung beispielsweise in der Kalibrierphase durch einen Algorithmus (11 bis 14) vorzubereiten, der es ermöglicht, aus einem 1-Bit-Bild, welches alle defekten Pixel enthält, zwei nicht disjunktive 1-Bit-Bilder derart zu erzeugen, daß eines nur die defekten Pixel in Spaltenrichtung und das andere die defekten Pixel in Zeilenrichtung sowie der restlichen Einzelpixel oder Pixelgruppen, die nicht als Spalten-Defekte klassifiziert wurden enthält, so daß einer nachfolgenden Korrektur erspart bleibt, zweidimensionale Umgebungen zu untersuchen,
- b) die Interpolation zur Korrektur linearer oder höherer Ordnung strikt in Zeilen- und Spaltenrichtung getrennt abzuarbeiten und
- c) den Algorithmus vollständig bereits zu einer iterativen Defekterkennung einzusetzen.

Durch diesen Ansatz gelingt es z. B. die Korrektur effizient in Hardware zu realisieren oder von einem Multi-Prozessorsystem ausführen zu lassen, wobei hier die Einzel-Prozessoren optimal einsetzbar sind.

Ziel der Phase 1 ist die Aufspaltung 11 aller aus der Defekterkennung erkannten defekten Pixel des Pixelbildes 10 in Defekte, die in Spaltenrichtung, und Defekte, die in Zeilenrichtung zu korrigieren sind, um einer nachfolgenden Online-Korrektur optimale Korrekturbilder 15 und 16 zu liefern, in denen defekte Pixel nach zeilen- und spalten-korrigierbar getrennt enthalten sind. Diese Phase 1 kann entfallen, falls sie bereits bei der vorher durchgeführten Defekterkennung realisiert wurde.

In der Phase 2 erfolgt eine Korrektur aller defekten Pixel getrennt nach Zeilen- und Rest-Defekte und nach Spalten-Defekte. Die defekten Pixel des Röntgenbildes 17 werden mit den nach zeilen-/spalten-korrigierbar getrennten Korrekturbilder 15 und 16 derart interpoliert, daß man ein defektkorrigiertes Röntgenbild 20 erhält, bei dem auch Einzelheiten gut zu erkennen sind.

Das Verfahren ist auch bei Einzelbildbetrieb einsetzbar, da vor der Erzeugung von Röntgenstrahlenbildern einer Untersuchungsperson bereits eine Defekterken-

nung beispielsweise mit der Kalibrierung durchgeführt werden kann und somit die Ergebnisse in dem erfindungsgemäßen Verfahren bereits für die erste Aufnahme sogar im Real-Time-Betrieb Verwendung finden können.

Die 1-Bit-Bilder lassen sich auch komprimieren, so daß sie beispielsweise besser abgespeichert werden können. Dabei werden nur die defekten Pixel als Bit oder der Startpunkt und die Länge eines defekten Bereiches in der jeweiligen Richtung angegeben. Durch diese Maßnahmen ergeben sich bei einer Hardware oder einem Multi-CPU-Einsatz Vorteile.

Durch das erfindungsgemäße Ausbildung des digitalen Bildsystems erhält man ein Verfahren, um eine schnelle und sichere Korrektur der defekten Bildpunkte durchführen zu können.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines digitalen Bildsystems (6) einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit einer Röntgeneinheit (1, 2) zur Erzeugung von Röntgenbildern, einer Röntgenbildwandler-Fernsehkette (5 bis 7) zur Erfassung der Röntgenbilder, die einen digitalen Bildwandler (5) mit matrixförmig in Zeilen und Spalten angeordneten Bildpunkten und einen Monitor (7) zur Wiedergabe der von dem digitalen Bildsystem (6) verarbeiteten Röntgenbilder (17) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrektur von defekten Bildpunkten in einem ersten Korrekturschritt (18) nach Zeilen- und Rest-Defekte und in einem zweiten Korrekturschritt (19) nach Spaltendefekte getrennt erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Korrekturschritte (18, 19) gleichzeitig durchgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund einer vorhergehenden Defekterkennung zwei disjunktive Bilder (15, 16) den beiden Korrekturschritten (18, 19) zugeführt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Verfahrensschritt vor der Korrektur alle in einem Bild (10) zusammengefaßte defekte Bildpunkte in Zeilen- und Rest-Defekte und Spalten-Defekte getrennt werden und daß für die aufgeteilten Bildpunkte die Anzahl von defekten Bildpunkten bestimmt und die entsprechende Zeile und/oder Spalte gekennzeichnet wird, bei der mehr als eine vorbestimmte Anzahl von Bildpunkten defekt ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur (18) durch lineare Interpolation in Zeilenrichtung erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur (19) durch lineare Interpolation in Spaltenrichtung erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur (18) durch kubische Interpolation in Zeilenrichtung erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrektur (19) durch kubische Interpolation in Spaltenrichtung erfolgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, daß der Röntgenbildwandler (5) mit defekten Bildpunkten ein Bildwandler aus amorphem Silizium ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Röntgenbildwandler (5) mit defekten Bildpunkten ein Röntgenbildverstärker mit angekoppeltem CCD-Bildwandler ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

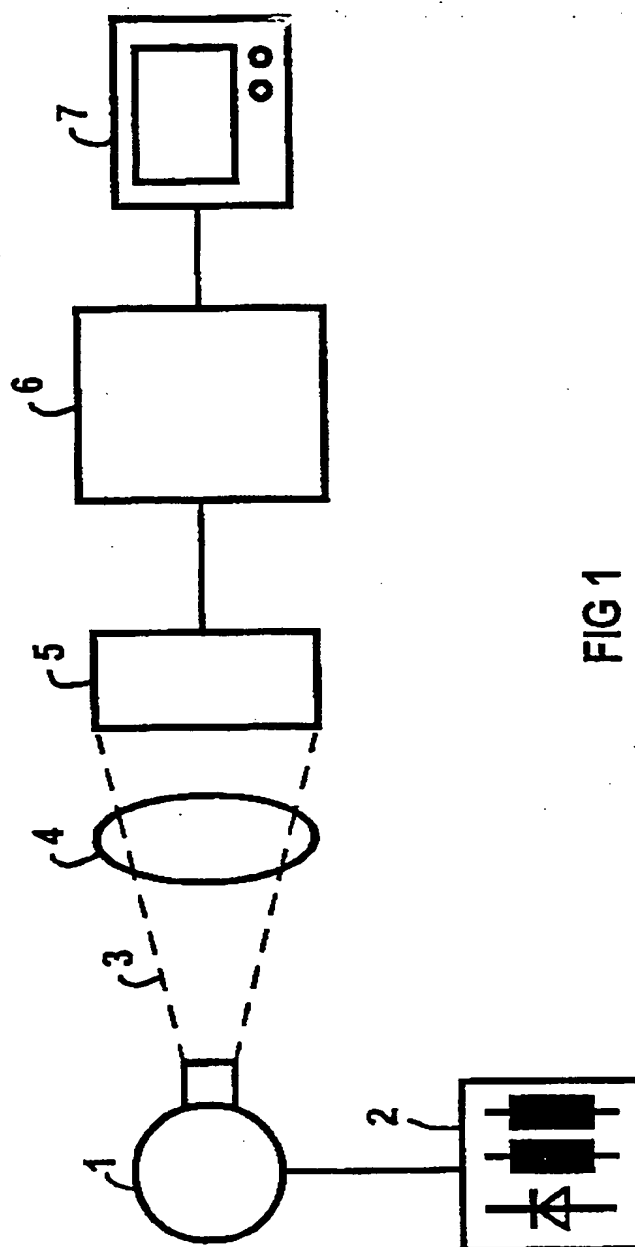


FIG 1

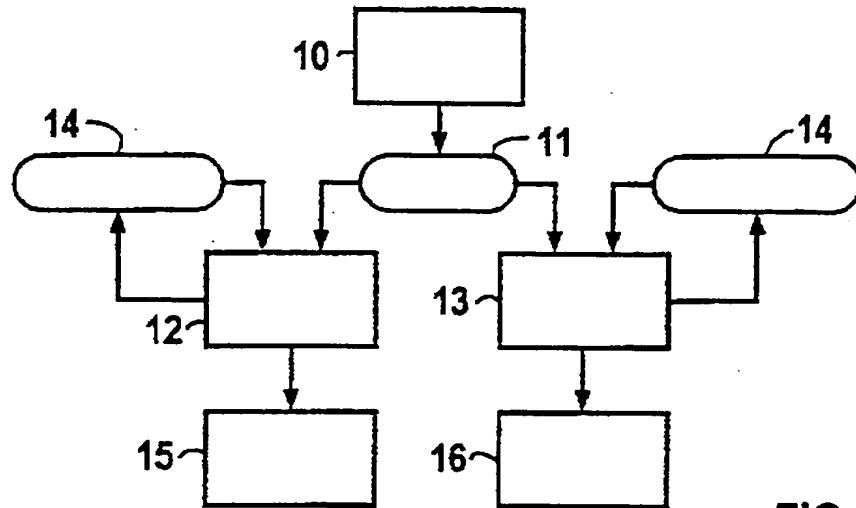


FIG 2

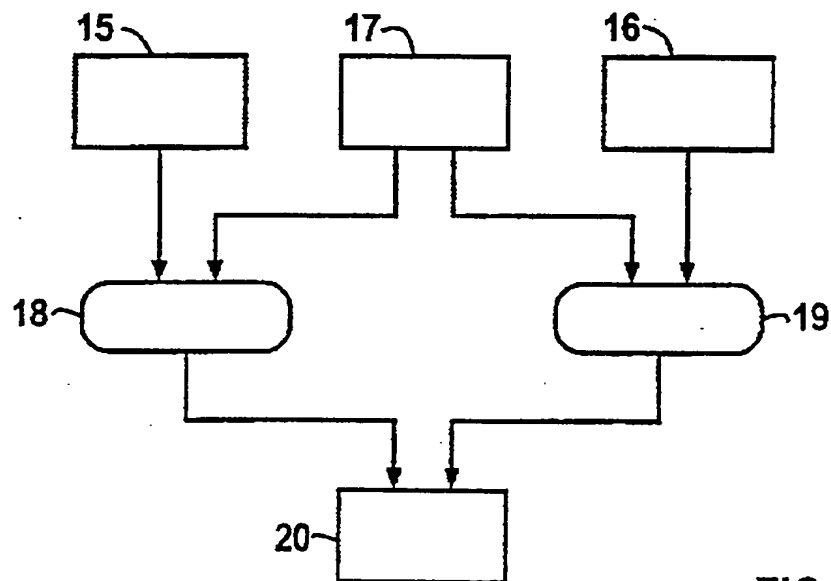


FIG 3